
IMOTRIS – NUTZUNG DES OPENSTREETMAP-ANSATZES IM RAHMEN EINES INTERMODALEN TRANSPORT ROUTING INFORMATIONEN-SYSTEMS



Thomas Ruth
Fraunhofer-Institut für Graphische
Datenverarbeitung IGD
Joachim-Jungius-Straße 11
18059 Rostock

Tel +49 381 4024 – 156 | –199
Thomas.ruth@igd-r.fraunhofer.de
www.igd-r.fraunhofer.de

Gliederung

- IMOTRIS - Projekt
- Routing- und Optimierungs-Services
- Intermodales Routing mit OpenStreetMap-Daten
- Herausforderungen des intermodalen Routings
- Weitere OSM-Routing-Ansätze
- Ausblick

IMOTRIS - Projekt



Intermodales Transport Routing Informationssystem

■ BMWI-Projekt (ISETEC II-Initiative), Laufzeit 01/2009 – 09/2011

■ Ziele

- Intermodales Transport Routing Informationssystem
- Effiziente Gestaltung der Seehafenhinterlandanbindungen
- Ausrichtung auf die Nord-Süd-Verkehre über deutsche Ostseehäfen
- Bündelung der Verkehrsträger Wasser-Schiene-Straße
- Potentiale der heimischen Seehäfen stärken
- Erschließung neuer Märkte (Logistikdienstleister und Versender)



IMOTRIS - Projekt



Intermodales Transport Routing Informationssystem

■ Praxispartner

- Seehafen Wismar,
- Seehafen Stralsund,
- Rostocker Fracht- und Fischereihafen,
- Binnenhafen Magdeburg,
- Magdeburger Flitzer

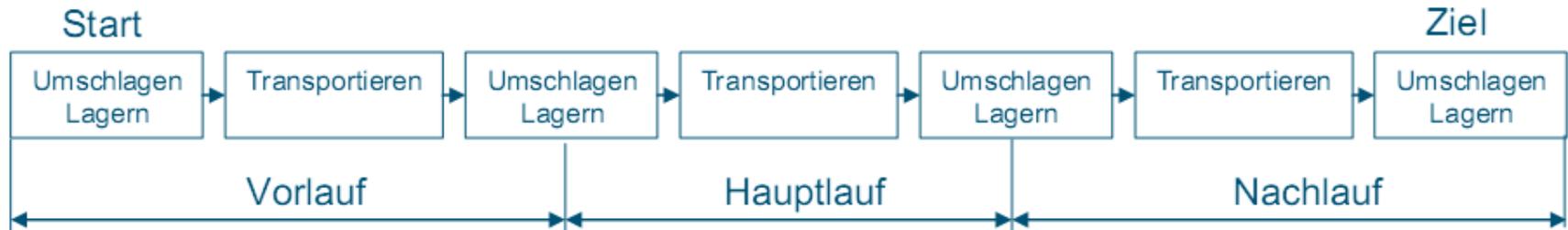


■ Entwicklungspartner

- Scheller Systemtechnik GmbH
- Fraunhofer IFF Magdeburg,
- Fraunhofer IGD Rostock,
- Technische Universität Hamburg-Harburg, MLS



Intermodale Transportkette



- Kombination mehrerer Verkehrsträger
 - Vorlauf und Nachlauf: Straße
 - Hauptlauf: Schiene, Binnenwasserstraße, Seeweg
- Entscheidend für Hauptlauf ist Break-Even-Distanz

Ausgewählte Anwendungsszenarien

- RFH: Kühl- und Frischelogistik – Rohfisch von Riga nach Schwaan
- SHS: Stahlschrott von Lauchhammer nach Tornio / Finnland
- SHW: Coils (Stahlblechrollen) von Kaliningrad nach Wolfsburg
- MHG: Maschinenbauteile von Magdeburg nach Hamburg
- MFF: AdHoc-Transport von Ersatzteilen von Magdeburg nach Hamburg



Szenario „Kühl- und Frischelogistik“

- Transportweg:
 - 1 → Seetransport Ostsee
 - 2 → Zwischenlagerung im Hafen / Kühlhaus
 - 3 → LKW-Transport zum Endproduzenten

+ Dienstleistungen (Monitoring & Zustandsüberwachung (Qualitätssicherung))



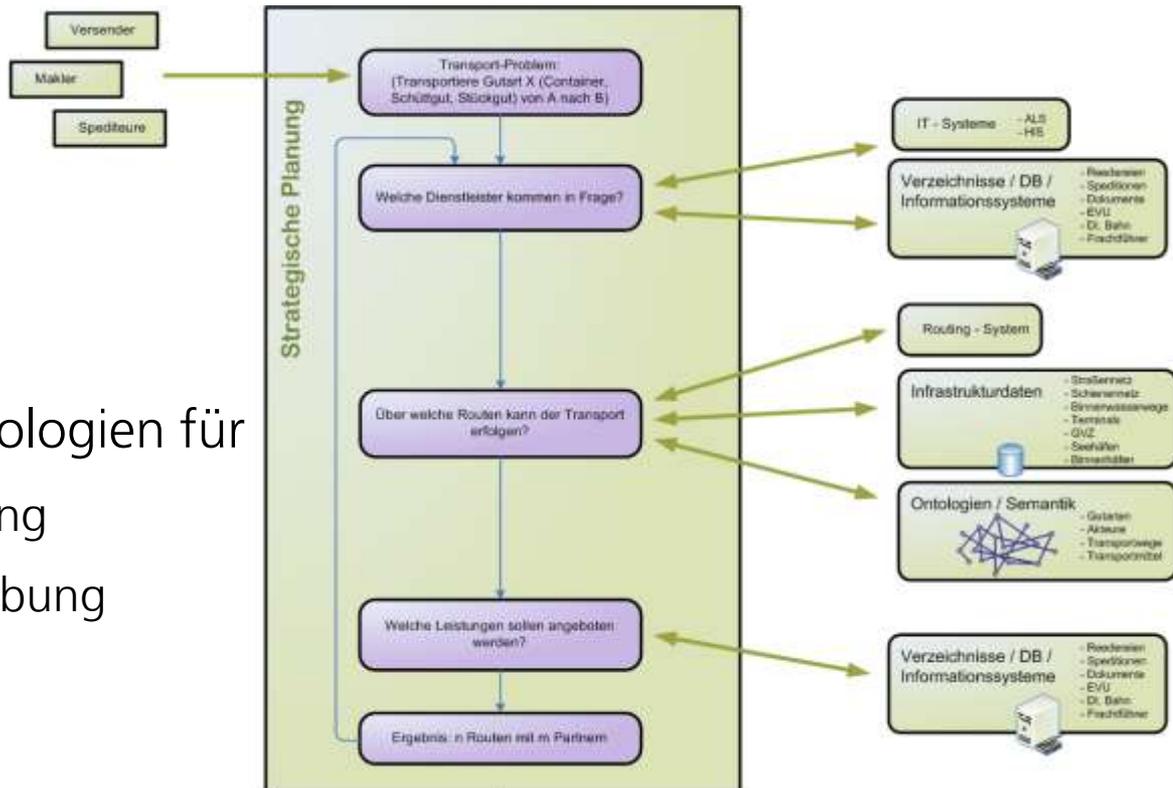
- Transportmodi: Seeschiff, LKW
- Abschätzung nach: Kosten, Zeit
- Mögliche Dienstleister: Spediteure
RFH Rostock
Seereedereien



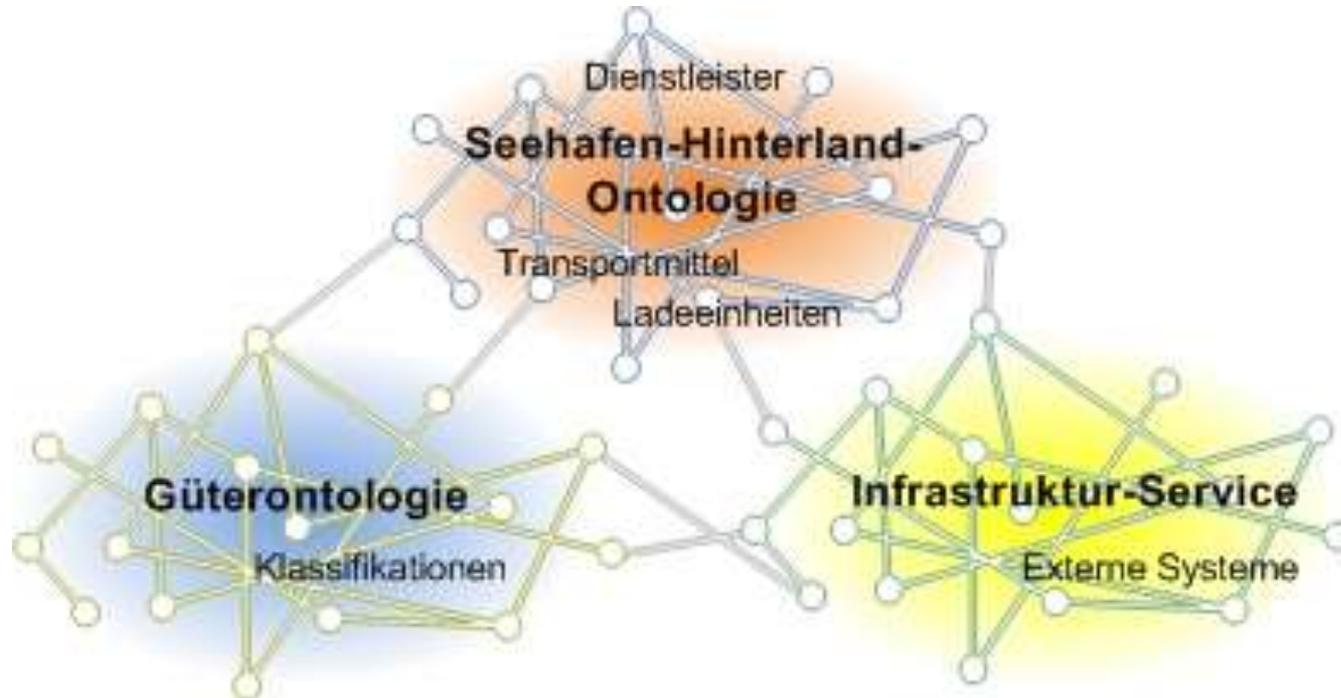
Routing- und Optimierungs-Services

■ Projektschwerpunkte des Fraunhofer IGD Rostock

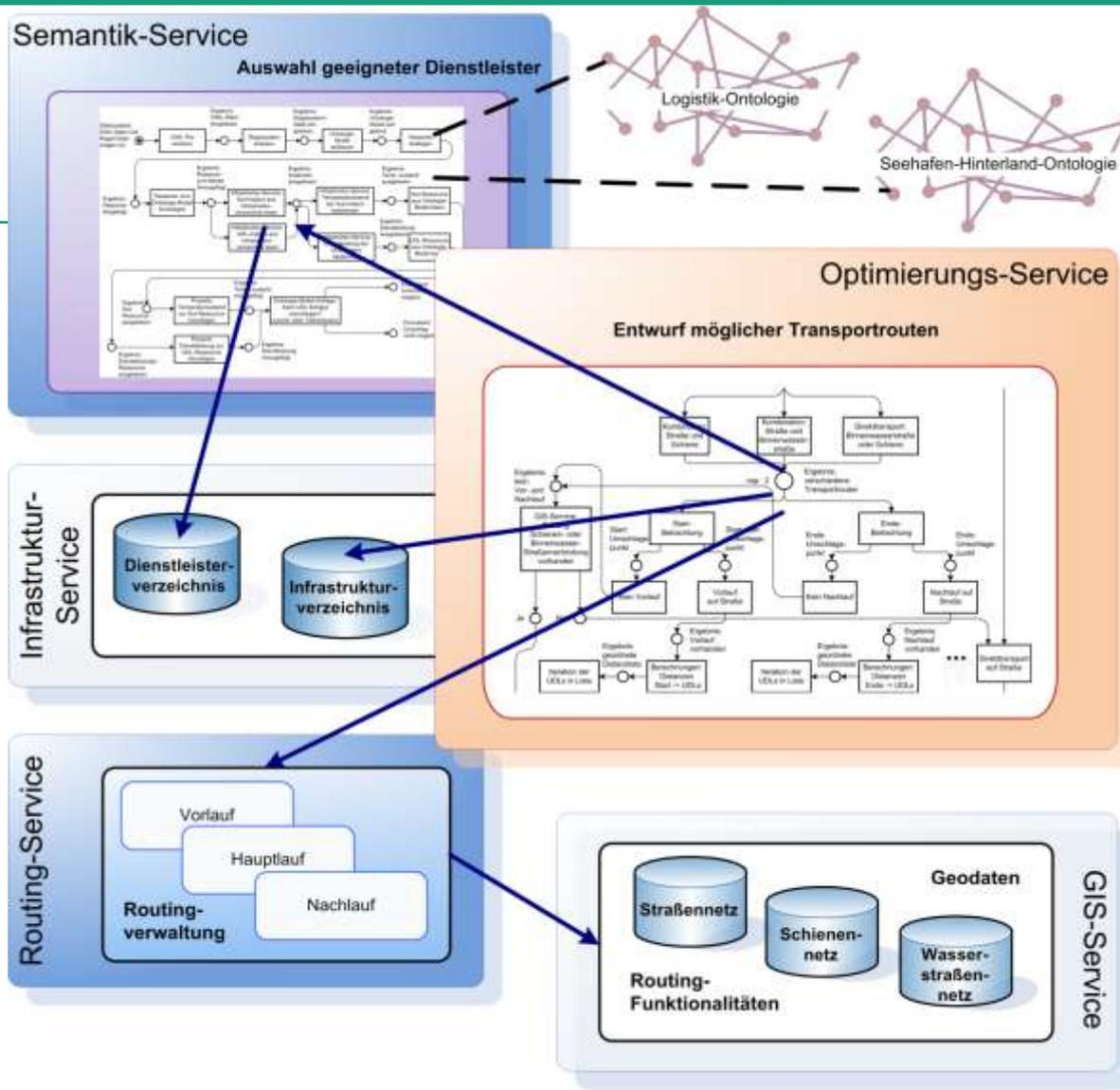
- Routing und Optimierung
 - Strategische Planung
- Semantic Web – Technologien für
 - Dienstleisterbeschreibung
 - Dienstleistungsbeschreibung nach DIN-SPEC 1001
 - Güterklassifikationen



Ontologische Strukturen

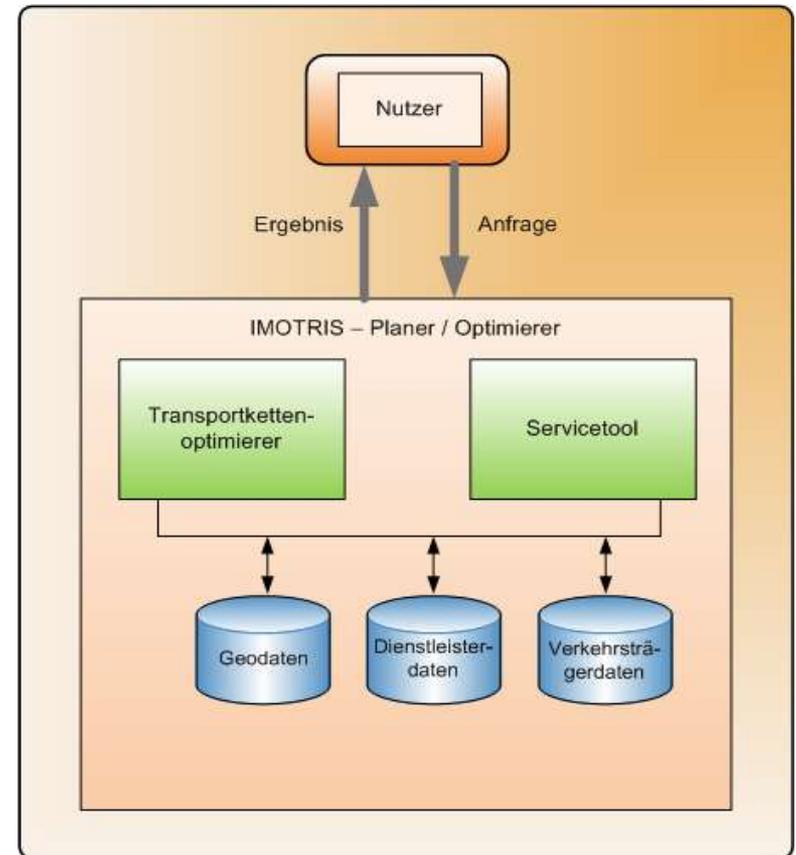


- Verbindung der bestehenden Güterontologie mit der Seehafenhinterland-Ontologie
- externe Systeme liefern Daten für Infrastruktur und Dienstleister (Prozesssteuerung)

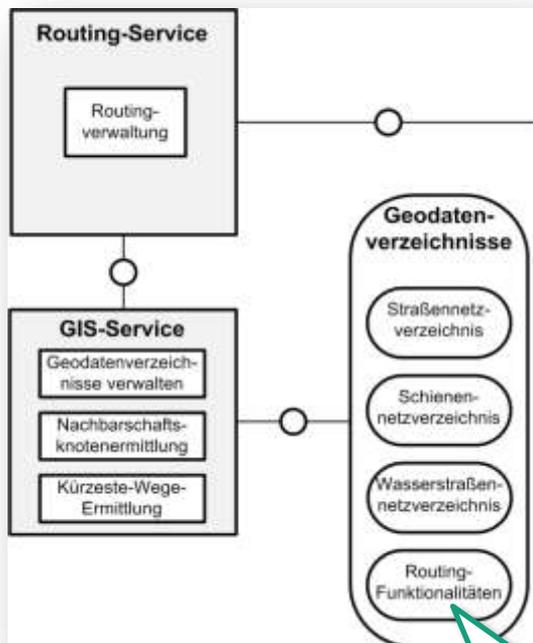


Intermodales Routing mit OSM-Daten

- Zusammenstellung intermodaler Transportketten
 - Zielfunktionen: Distanz, Zeit, Kosten, Öko-Bilanz
 - Parametrisierung mit Mittelwerten (PLANCO-Studie 2008)
- Routing und Optimierung
 - Sep. Streckennetze (Straße, Schiene, Binnerwasserwege, Seewege)
 - **pgRouting** (PostgreSQL / PostGIS)

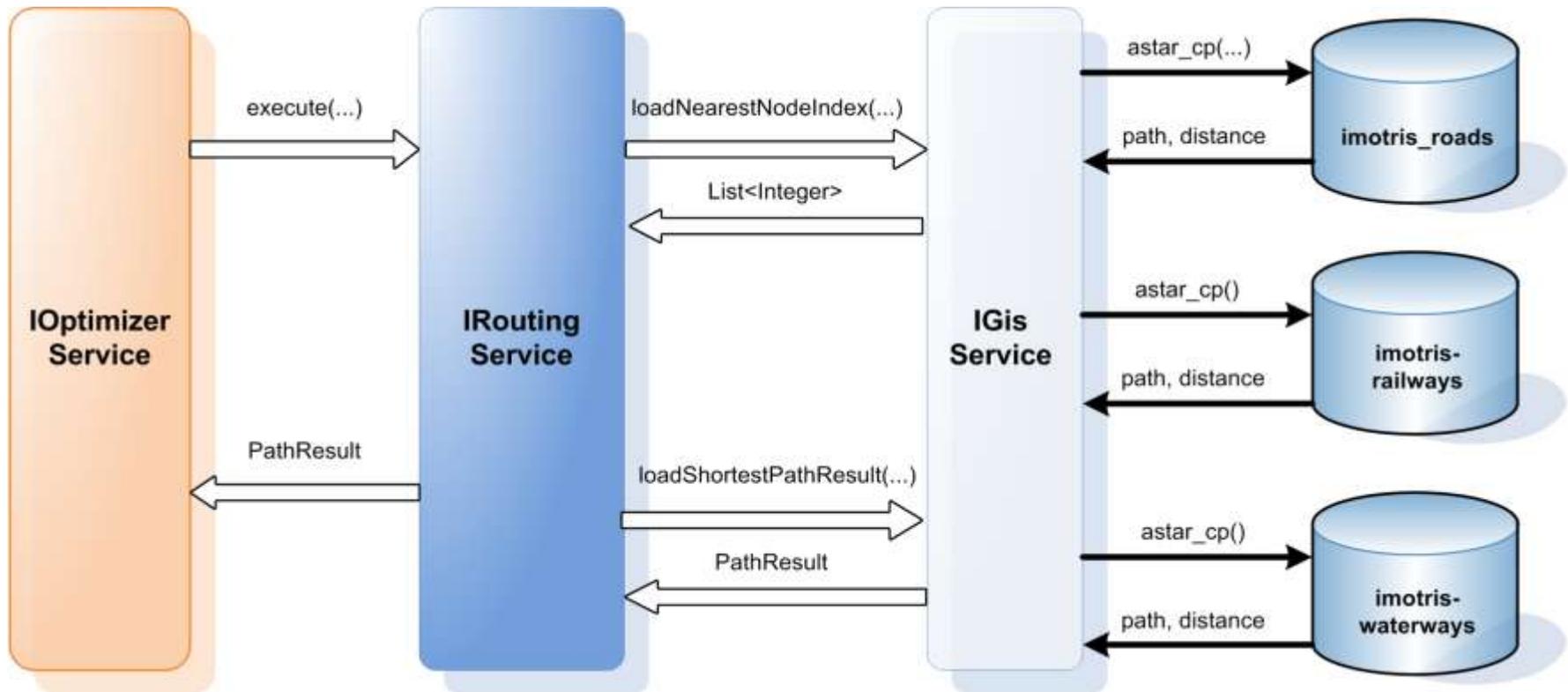


Routing mit pgRouting



- Open Source – Bibliothek
- Verschiedene Routing-Algorithmen
- Datenbankbasiertes Routing
 - Mehrbenutzerfähig (JDBC, SQL)
 - Nutzung der Geo-Datenformate von PostGIS (OGC WKT und WKB)
 - Datenänderungen
 - Viele Systeme (qGIS, uDig) möglich
 - sofort für Routing-Engine nutzbar
 - Kostenfunktionen dynamisch per SQL formulierbar

Kommunikation Routing- und GIS-Service



Transportproblem & Algorithmen

■ Problem: Optimaler (Zeit, Kosten, ...) Transport eines Gutes von A nach B

■ Graphentheoretischer Lösungsansatz

■ Lösung mit Shortest path – Algorithmen

■ Dijkstra - Algorithmus

■ Ford / Moore – Algorithmus

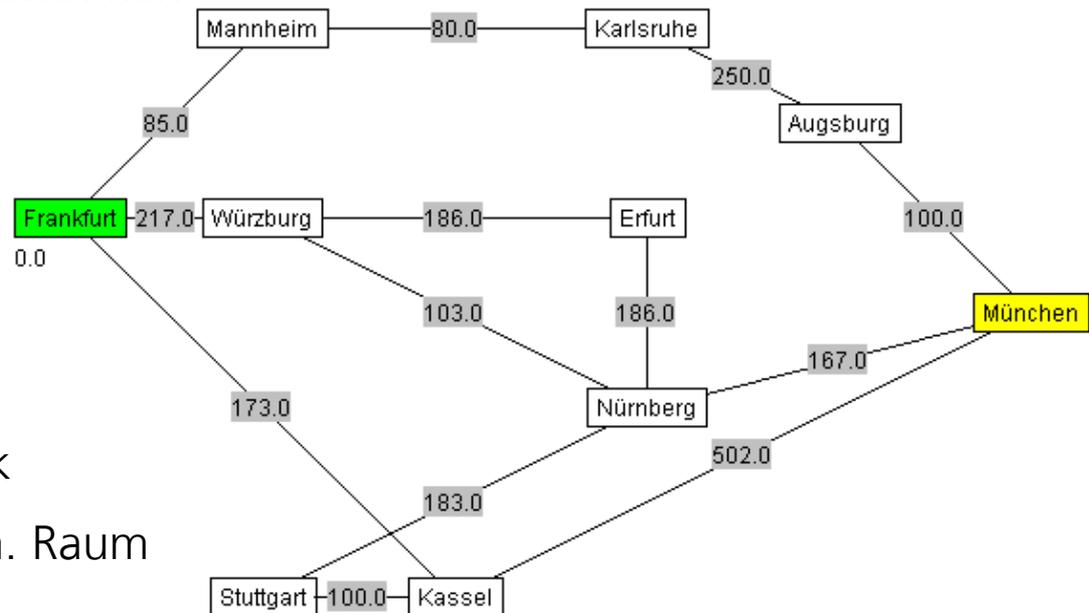
■ Floyd / Warshall – Verfahren

■ A* – Algorithmus

■ Graph ist Euklidisches Netzwerk

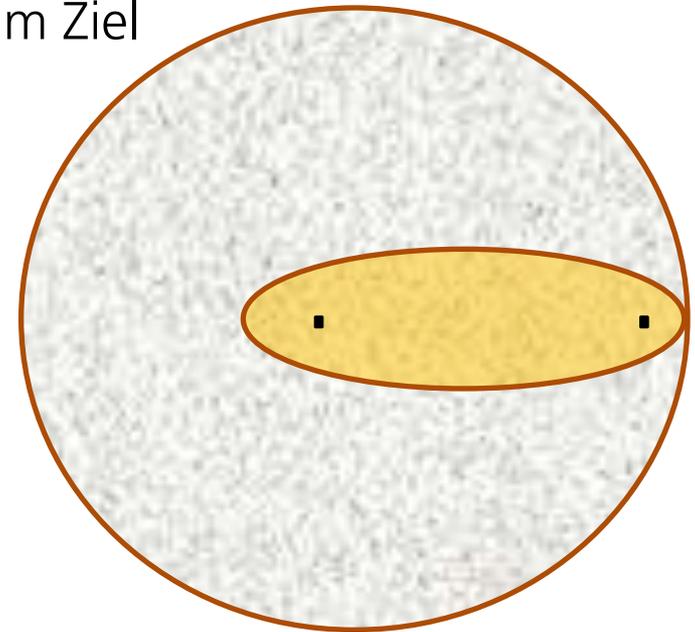
■ Knoten sind Punkte im geom. Raum

■ Kanten haben Länge

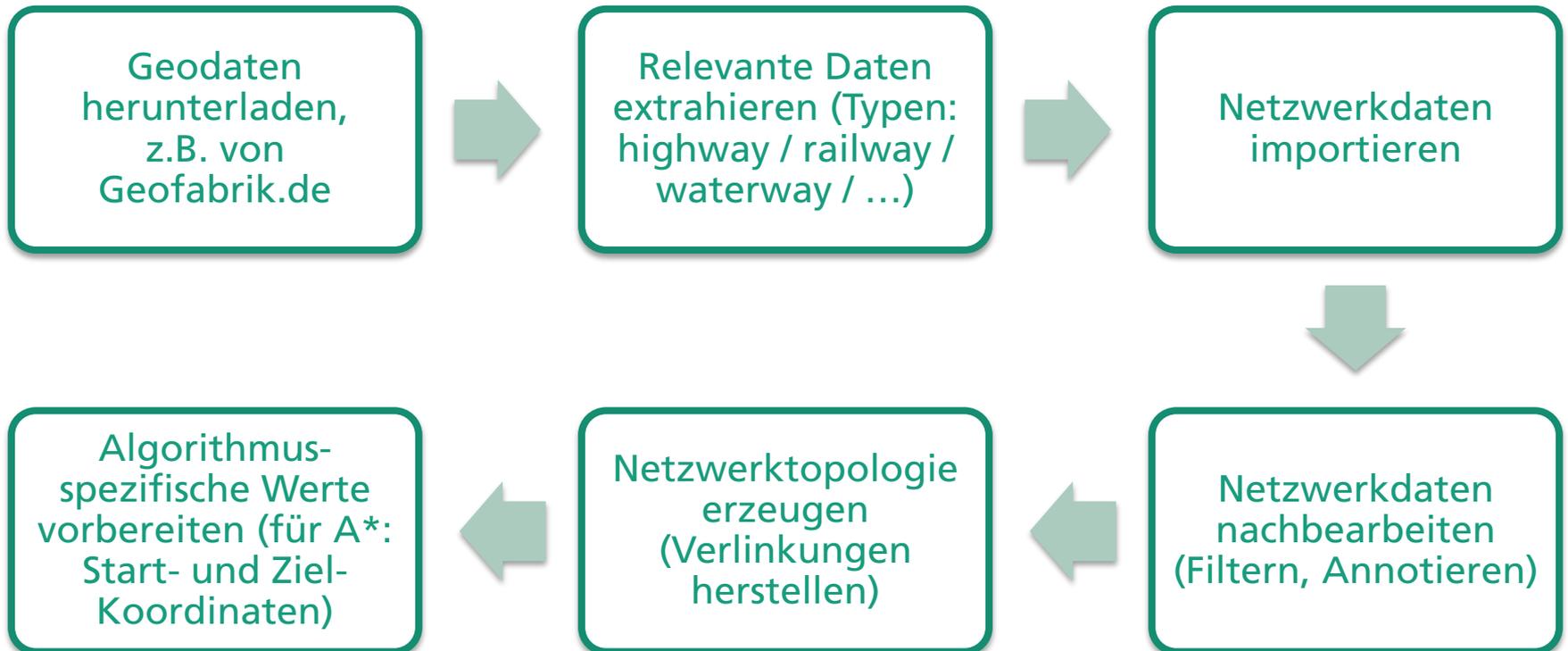


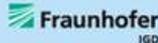
A*-Algorithmus

- Informierter Suchalgorithmus
- Verwendet Heuristik (Schätzfunktion) zum zielgerichteten Suchen
 - Untersucht nur kleinen Teil der Knotenmenge
 - Schätzung des verbleibenden Abstandes zum Ziel
 - Best-First-Search-Verfahren
- Findet eine optimale Lösung, falls vorhanden („vollständig“ und „optimal“)
- Häufig verwendete Heuristiken
 - Euklidischer Abstand / Luftlinie
 - **Manhattan-Heuristik**



OpenStreetMap – Workflow Vorbereitung





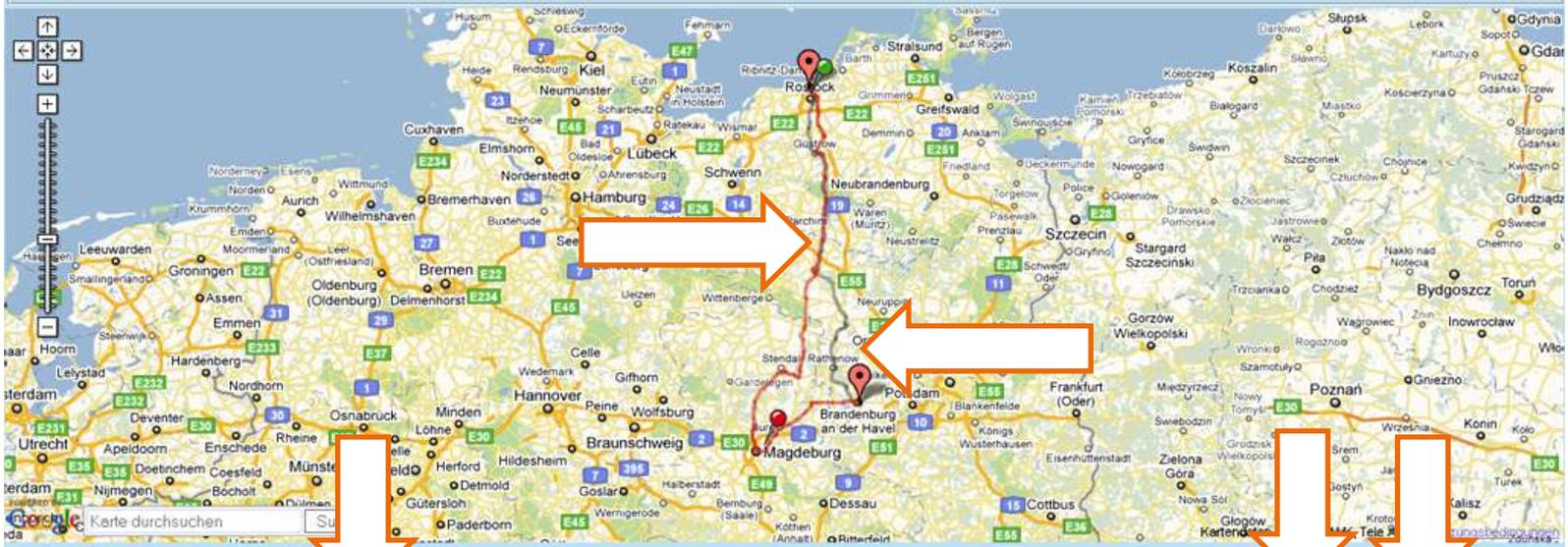

Routing

Seehafen
Gutart
Optimierungsmodus

Binnenhafen
Menge Tonne(n)

 LKW
 Bahn
 Seeschiff
 Binnenschiff

Distanz
 Zeit
 Kosten



Routing-Geodaten © [OpenStreetMap](#) (und) [Mapbox](#) (CC-BY-SA)

Umschlagsadressen

Vorlauf	<input checked="" type="checkbox"/> Scheimann Transport GmbH: Wilhelm-Maybach-Str. 11-12, 19061 Schwerin
Hauptlauf	<input checked="" type="checkbox"/> Ostseeland Verkehr GmbH: Ludwigsuster Chaussee 72, 19061 Schwerin
Nachlauf	<input checked="" type="checkbox"/> CAT GmbH: Verkehrshof 6, 14478 Potsdam
Umschlag (Vorlauf -> Hauptlauf)	<input checked="" type="checkbox"/> Rostock Seehafen Nord, 18147 Rostock
Umschlag (Hauptlauf -> Nachlauf)	<input checked="" type="checkbox"/> Am Hauptbahnhof 9, 14776 Brandenburg

Daten

Distanz in km	269.096	317.927
Kosten in Euro	667	1467
Zeit	4h 44min 57sek	6h 50min 10sek
Ökobilanz (CO2) in kg	193.749	101.242
Ökobilanz (NOx) in kg	1.488	0.526
Ökobilanz (SO2) in kg	0.242	0.224
Ökobilanz (NMHC) in kg	0.145	0.053
Ökobilanz (Partikel) in kg	0.043	0.023

Herausforderungen des intermodalen Routings

■ Intermodalität

- Umschlag optimieren

■ Performance-Optimierungen

- Flexible Algorithmen
- Bounding Boxes
- Eingrenzung des Streckennetzes
- Hardware: SSD-Festplatten

■ Qualität

- Streckennetz / Datenumfang (insbesondere Schienen- und Wasserwege)
- Parametrisierung der Zielfunktion

Herausforderung: Umfang Straßennetz

OSM-Tag	Klasse	Einträge
motorway	1	37.790
trunk	2	16.498
primary	3	138.964
secondary	4	371.240
unclassified	5	309.057
tertiary	5	312.269
road	6	39.713
motorway_link	7	24.516
trunk_link	8	10.462
primary_link	9	10.734
secondary_link	9	1.322
tertiary_link	9	24
ford	9	236
mini_roundabout	9	15
minor	9	29
incline	9	36
incline_steep	9	40
service	10	450.564
services	10	0
residential	11	2.059.414
pedestrian	12	0
living_street	12	89.487

■ OSM-Import Deutschland (Stand 23.02.2010)

Kennzahl	Umfang
OSM-Dateigröße (Bytes)	771.325.187
Zwischenschritt Compress: Nodes	38.213.120
Zwischenschritt Compress: Ways	2.050.878
DB-Tabellenzeilen	3.872.410
Tabellengröße (Megabytes)	1832
Tabellen-Indexgröße (Megabytes)	521

■ Tags „highway“ und „junction“ („services“ und „pedestrian“ schon bei Import übersprungen)

Herausforderung: Performance

■ Test: Kürzester Weg Rostock - München

Variante	Länge	Segmente	Dauer in ms
Volles Deutschlandnetz, 3.872.410 Straßensegmente	715	1491	482.500
mit BoundingBox-Delta 0.2	715	1491	8.133
mit BoundingBox-Delta 0.5	715	1491	18.110
Eingeschränktes Deutschlandnetz, 864.109 Straßensegm.	744	777	26.129
mit BoundingBox-Delta 0.2	744	852	1.094
mit BoundingBox-Delta 0.5	744	777	2.663
Stark eingeschränktes Deutschlandnetz, 162.789 Straßensegm.,			
BoundingBox-Delta 0.2	788	807	142
mit BoundingBox-Delta 0.5	756	578	361

Ausblick – Weitere Arbeiten

- Unterstützung Aktionsradien für Transportdienstleister
- Ranking der gefundenen Dienstleister (Qualitätsmerkmale, Regionalität,...)
- Verbesserte Routing-Zielfunktionen
- Adressauflösung (GeoCoder / ReverseGeoCoder)
- Datenumfang (Abdeckung Europa)
- Anbindung externer Systeme

- Bei OSM mittlerweile viele zusätzliche, Routing-relevante Eigenschaften erfasst
 - Schnelle Verbesserung des Umfangs und der Qualität

- Verbesserung von Netzwerk-Routing-Algorithmen aktuelles Thema der Forschung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Intermodales Transport Routing Informationssystem

Thomas Ruth
Fraunhofer-Institut für Graphische
Datenverarbeitung IGD
Joachim-Jungius-Straße 11
18059 Rostock

Tel +49 381 4024 – 156 | –199
thomas.ruth@igd-r.fraunhofer.de
www.igd-r.fraunhofer.de